

Eksperimen Pengering Semprot untuk Air dan Air Garam 2%

Engkos Achmad Kosasih

Departmen Teknik Mesin, Universitas Indonesia
Gedung DTM FTUI, Kampus Baru UI, Depok, 16424
E-mail: kos.sri@gmail.com

Abstrak

Indonesia memiliki hasil alam yang sangat banyak, yang pada pengolahannya sering membutuhkan proses pengeringan dan diantaranya menggunakan pengering semprot (spray dryer). Kelebihan pengering jenis ini terutama adalah untuk material yang sensitif terhadap panas. Laju perpindahan panas dan perpindahan massa untuk suatu tetesan yang bergerak di dalam pengering semprot adalah sangat tinggi. Jadi karena laju penguapan sangat tinggi maka droplet terjaga pada temperatur rendah. Namun pengering jenis ini umumnya mempunyai kapasitas yang besar sehingga untuk kapasitas kecil masih banyak kendala. Sedangkan kapasitas yang kecil ini banyak dibutuhkan baik untuk industri farmasi (Schafrothb, N dkk 2012) maupun untuk industri sari buah-buahan dalam bentuk serbuk (Goula, Athanasia M. & Adamopoulos, Konstantinos G. 2010, serta Wang, W. & Zhou, W. 2012). Selain itu spray dryer dengan kapasitas kecil dibutuhkan terutama untuk industri mikro bahkan industri rumahan. Penelitian ini bermaksud melakukan eksperimen dan mengetahui karakteristik spray dryer (kapasitas kecil ± 5 kg larutan tiap jam). Eksperimen dilakukan dengan parameter yang akan divariasikan pada alat ini meliputi laju aliran udara pengering, tekanan udara kompresor dan temperatur udara pengering. Penelitian menunjukkan bahwa konsumsi energi minimum untuk bahan air dengan laju 0.6 (l/jam) adalah 8.6×10^3 (kJ/kg) yang dicapai pada laju udara 1.9×10^2 m³/jam dan temperatur udara pengering minimum 50 °C. Sedangkan untuk aliran air-garam 2% dengan laju 0.6 (l/jam) adalah 10.5×10^3 (kJ/kg) dicapai pada laju udara 6×10^2 m³/jam dan temperatur udara pengering minimum 55 °C.

Keywords: Spray, Drying, Droplet, Evaporation, spray dryer.

Pendahuluan

Pada zaman ini dengan berubahnya cuaca yang tak menentu membuat sektor pertanian berupaya bekerja keras untuk mendapatkan produk pertanian yang diinginkan. Produk pertanian diharapkan mempunyai kemampuan daya simpan sehingga mempunyai nilai tambah bagi hasil pertaniannya, inovasi ini sangat diperlukan dengan tidak menentunya cuaca pada zaman ini. Tidak hanya di pertanian, di sektor perikanan dan perkebunan memerlukan inovasi ini. Mesin pengering adalah jawaban untuk mengurangi kadar air di dalam bahan. Kadar air dijaga agar dalam proses pengeringan, udara panas merupakan faktor penting untuk menentukan efisiensi dari pengering semprot. Dalam upaya peningkatan efisiensi dari pengering semprot banyak cara dilakukan antara lain dengan menggunakan pemanas listrik, *heat pump* dan *dehumidifier*. Untuk daerah yang lembab dan bahan yang sensitif lebih baik menggunakan pemanas refrigerasi dengan dehumidifier karena dapat dihasilkan udara yang lebih kering sehingga efisiensi pengeringan dapat ditingkatkan. Proses pengeringan, aktivitas air merupakan salah satu parameter hidrasi yang sering

diartikan sebagai jumlah air bebas dalam bahan yang dapat digunakan untuk pertumbuhan mikroorganisme. Kandungan air pada bahan hasil pertanian akan berpengaruh terhadap daya tahan bahan tersebut dari serangan mikroorganisme sehingga udara panas merupakan faktor penting untuk menentukan efisiensi dari pengering semprot.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka penelitian ini dirumuskan dengan melakukan eksperimen untuk mengetahui karakteristik pengering dan perbandingan panas pengeringan mesin pengering semprot dengan menggunakan bahan air dan air-garam 2%. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan beberapa parameter seperti tekanan kompresor untuk udara nozel, laju aliran bahan, temperatur udara pengering dan laju aliran udara. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik pengering semprot untuk beberapa variasi tersebut di atas. Dari pengujian akan dilihat panas pengeringan untuk bahan air dan panas pengeringan larutan air-garam 2% dan titik optimum energi pada data air dan larutan air-garam 2%.

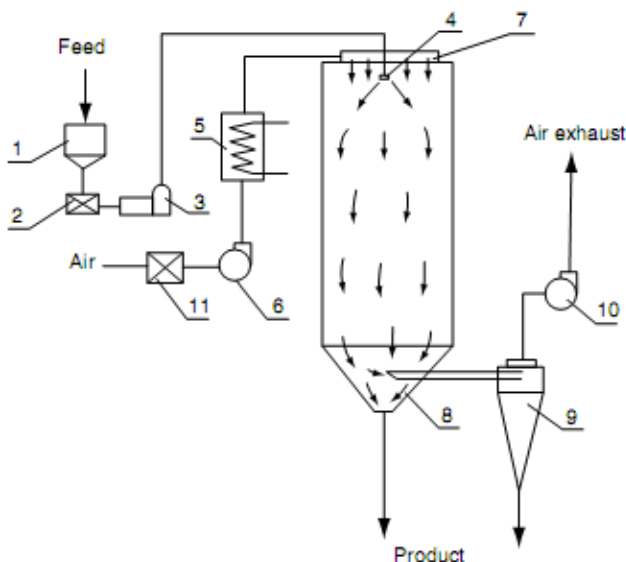
Metoda Eksperimen & Fasilitas Yang Digunakan

Metode penelitian yang digunakan adalah melakukan

pengujian mesin pengering semprot untuk bahan air dan larutan air dan air garam 2%. Penelitian ini menggunakan pengering semprot yang dirancang, dibuat dan berada di Laboratorium Perpindahan Panas, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Indonesia (gambar 1).

Pengambilan data berupa suhu dan kelembaban udara pengering, laju bahan masuk ruang pengering, tekanan udara untuk nozzle, laju udara masuk ruang pengering, dan keadaan penampung produk (kering atau basah).

Rangkaian Pengering Semprot terdiri dari rangka sebagai penopang mesin pengering dan mesin pengering sendiri. Seperti terlihat pada gambar 1. Pada mesin pengering terpasang ruang pengering, blower, orifis dan manometer, pemanas listrik dan kontrolnya, kontak panel, tanki umpan, pompa booster, pompa peritsaltik, nozzle atomiser, kompresor dan siklon.



Gambar 1. Foto dan skema alat

Udara yang ditiupkan oleh blower (kelembaban sama dengan kelembaban lingkungan) masuk kedalam ruang pengering sesudah melalui pemanas listrik

yang suhunya dikontrol. Sedangkan bahan dipompa dengan pompa booster yang dipasang seri dengan pompa peritsaltik dan disemprotkan melalui nozzle 2-fluida yang tekanan udaranya bisa dikontrol. Selanjutnya udara keluar melalui siklon untuk memisahkan produk yang terbawa udara dari udara. Persamaan yang digunakan untuk menghitung konsumsi energi (yang dihitung hanya energi pemanas saja, mengingat energi yang lain relative kecil dan tetap) adalah:

$$\dot{m}_{da} = \frac{\dot{m}_{a1}}{1 + \omega_1} \quad (1)$$

$$Q = \dot{m}_{da} (h_2 - h_1) \quad (2)$$

$$konsumsi\ energi = \frac{Q}{\dot{m}_{wv}} \quad (2)$$

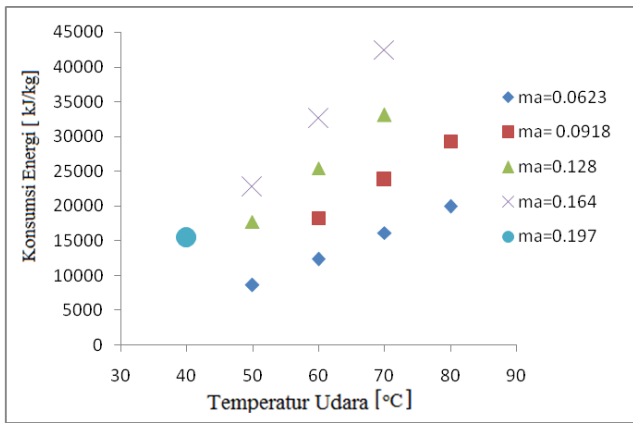
Laju aliran udara (\dot{m}_a) pengeringan dari mesin pengering semprot menggunakan diukur dengan orifis dan manometer. Perubahan laju aliran udara dilakukan dengan variasi 1.9×10^2 m³/jam, 2.8×10^2 m³/s, 4.0×10^2 m³/jam, 5.0×10^2 m³/jam dan 6.0×10^2 m³/jam pada tekanan kompresor 2 bar. Suhu udara masuk divariasikan dan dimulai dari suhu yang tinggi sehingga produk kering dan suhu tersebut terus diturunkan dengan (skala 10 °C) sehingga tercapai suhu inimum supaya produk tetap kering.

Hasil dan Pembahasan

Pada tahapan eksperimen terdapat beberapa parameter seperti pada dan kondisi pengering semprot yang ada di Laboratorium Perpindahan Panas Departemen teknik Mesin Universitas Indonesia. Nilai-nilai parameter dan kondisi yang telah diketahui seperti pada tabel 1.

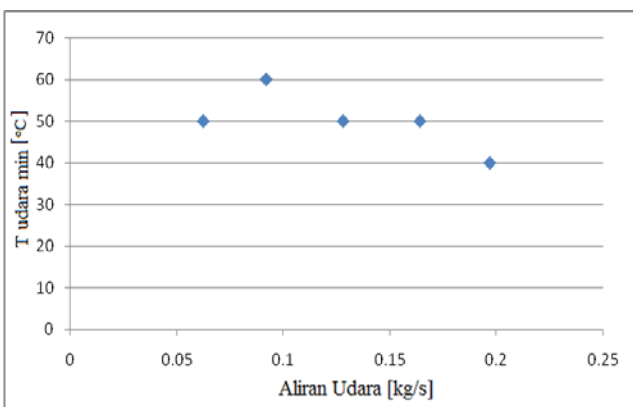
Tabel 1 Nilai parameter eksperimen

Parameter	Eksperimen
Kelembaban Lingkungan	0.017, 28 DB, 24 WB
Suhu Udara Pengering	50 ⁰ C - 150 ⁰ C
Bahan Uji	Air + larutan air-garam (2%)
Laju Bahan Air	0.6, 1.5 dan 2.4 [l/jam]
Laju Bahan Air Garam 2%	1.1 [l/jam]
Tekanan udara masuk nozzle	1 bar, 1.5 bar dan 2 bar



Gambar 2. Konsumsi Energi vs Temperatur Udara pada laju aliran air 0.6 [l/jam] dan tekanan kompresor 2 bar

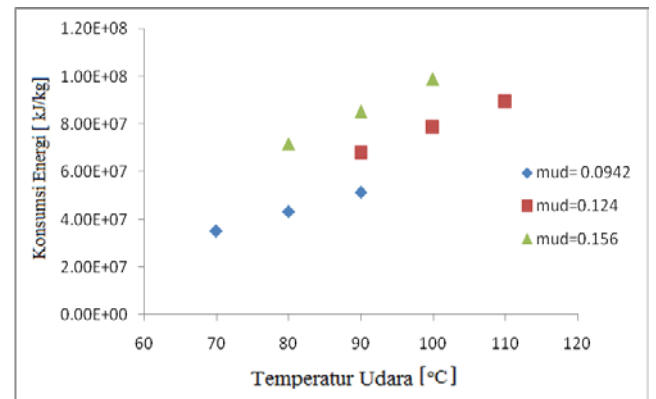
Gambar 2 menunjukkan bahwa untuk menguapkan air (0.6 l/jam) sampai kering dibutuhkan konsumsi energi yang bervariasi terhadap temperature udara pengering dan laju aliran udara. Untuk laju aliran udara tertentu, konsumsi energi tentu saja akan menurun dengan turunnya temperatur udara pengering. Penurunan temperatur udara ini dimaksudkan untuk mendapatkan temperatur minimum agar produk kering. Terlihat bahwa untuk setiap laju aliran udara terdapat temperatur udara minimum tersebut, yaitu temperatur udara minimum 50°C, 60°C, 50°C, 50°C dan 40°C untuk (berturut turut) laju aliran udara $1.9 \times 10^2 \text{ m}^3/\text{jam}$, $2.8 \times 10^2 \text{ m}^3/\text{s}$, $4.0 \times 10^2 \text{ m}^3/\text{jam}$, $5.0 \times 10^2 \text{ m}^3/\text{jam}$ dan 6.0×10^2 . Selain itu grafik diatas juga memperlihatkan bahwa konsumsi energi minimum adalah pada temperatur udara minimum 50°C, dan laju aliran udara $1.9 \times 10^2 \text{ m}^3/\text{jam}$ ($0,0623 \text{ m}^3/\text{s}$). Grafik temperatur udara minimum versus laju aliran udara ditunjukkan dengan gb-3.



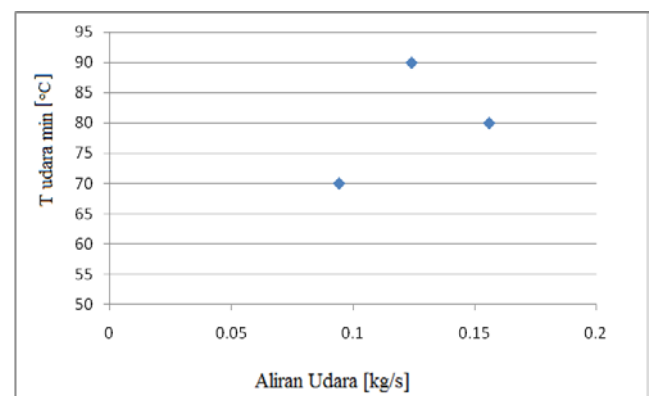
Gambar 3. Temperatur udara minimum vs laju aliran udara pada laju aliran air 0.6 [l/jam] dan tekanan kompresor 2 bar

Kenaikan laju aliran udara mengakibatkan suhu udara pengering cenderung menurun kecuali di awal mengalami kenaikan lebih dulu. Tetapi kenaikan laju udara dan penurunan suhu udara pengering tidak

selalu menaikkan konsumsi energi. Jadi untuk bahan yang sensitif terhadap panas, laju udara pengering bisa diperbesar supaya suhu udara pengering rendah. Untuk itu, konsumsi energi bisa dioptimasi, seperti ditunjukkan dengan gambar 2.



Gambar 4. Konsumsi Energi vs Temperatur Udara pada laju aliran air 1.5 [l/jam] dan tekanan kompresor 1.5 bar



Gambar 5. Temperatur udara minimum vs laju aliran udara pada laju aliran air 1.5 [l/jam] dan tekanan kompresor 1.5 bar

Pengujian laju aliran air 1.5 [l/jam] dan tekanan kompresor 1.5 bar (gambar 4 dan gambar 5) menunjukkan hal yang sama dengan laju aliran air 0.6 [l/jam] dan tekanan kompresor 2 bar, yaitu temperatur minimum tidak selalu turun terhadap kenaikan laju aliran udara. Juga Penurunan temperature minimum tidak selalu menaikkan konsumsi energi. Demikian juga, pengujian laju aliran air 2.4 [l/jam] dan tekanan kompresor 1 bar menunjukkan fenomena yang sama, sedangkan pengujian laju aliran air garam 2 % 1.1 [l/jam] selain menunjukkan hal yang sama tetapi juga menghasilkan konsumsi energi yang sedikit lebih besar. Sehingga pengujian laju aliran air garam 2 % 1.1 [l/jam] disini hanya akan disuguhkan hasilnya saja sebagai berikut:

Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Untuk suatu laju aliran bahan tertentu, temperatur minimum udara pengering cenderung turun dengan naiknya laju aliran udara.
2. Penurunan temperatur minimum udara pengering (dengan kenaikan laju udara pengering) pada laju aliran bahan tetap cenderung meningkatkan konsumsi energi.
3. Konsumsi energi minimum untuk bahan air dengan laju 0.6 (l/jam) adalah 8.6×10^3 (kJ/kg) yang dicapai pada laju udara 1.9×10^2 m³/jam dan temperatur udara pengering minimum 50 °C. Sedangkan untuk aliran air-garam 2% dengan laju 0.6 (l/jam) adalah 10.5×10^3 (kJ/kg) dicapai pada laju udara 6×10^2 m³/jam dan temperatur udara pengering minimum 55 °C.

R.B.H. Nano spray drying: A novel method for preparing protein nanoparticles for protein therapy. *International Journal of Pharmaceutics*, Vol. 403, 192–200 (2011)

Schafrothb , N., Arpagaus, C., Jadhava, U.Y., Maknea, S. & Douroumisa, D. Nano and microparticle engineering of water insoluble drugs using a novel spray-drying process. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, Vol. 90, 8– 15 (2012)

Wang, Wei & Zhou, Weibiao. Characterization of spray-dried soy sauce powders using maltodextrins as carrier. *Journal of Food Engineering*, Vol. 109, 399–405 (2012)

Ucapan Terima kasih

Terima kasih kepada alumni ekstensi Teknik Mesin FT UI yang telah membantu pengambilan data.

Nomenklatur

Laju aliran udara masuk (\dot{m}_{a1})	(m ³ jam ⁻¹)
kelembaban udara masuk (ω_1)	(kg/kg da)
Laju aliran udara kering (\dot{m}_{da})	(m ³ jam ⁻¹)
Entalpi udara lingkungan (h_1)	(kJ/kg da)
Entalpi udara masuk pengering (h_2)	(kJ/kg da)
Konsumsi energi (Q)	(kJ/kg)
Laju aliran air dalam bahan (\dot{m}_{wv})	(m ³ jam ⁻¹)

Referensi

Chiou, D. Ho, C.A. & Langrish, T.A.G. A comparison of crystallisation approaches in spray drying. *Journal of Food Engineering*, Vol. 88, 177–185 (2008)

Fang, Y., Rogers, S., Selomulya, C. & Chen, X.D. Biochemical Engineering Journal Functionality of milk protein concentrate: Effect of spray drying temperature. *Biochemical Engineering Journal*, Vol. 62, 101– 105 (2012)

Goula, A M. & Adamopoulos, K.G., A new technique for spray drying orange juice concentrate. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, Vol. 11, 342–351 (2010)

Lee, S.H., Heng, D., Ng, W.K., Chan, H.K., & Tan,